

**CLIPPEDIMAGE= JP362061382A**

**PAT-NO: JP362061382A**

**DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 62061382 A**

**TITLE: SEMICONDUCTOR LASER**

**PUBN-DATE: March 18, 1987**

**INVENTOR-INFORMATION:**

**NAME**

**FUKUZAWA, TADASHI**

**KAYANE, NAOKI**

**NAKATSUKA, SHINICHI**

**SAITO, KATSUTOSHI**

**KAJIMURA, TAKASHI**

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

**NAME**

**HITACHI LTD**

**COUNTRY**

**N/A**

**APPL-NO: JP60199417**

**APPL-DATE: September 11, 1985**

**INT-CL (IPC): H01S003/18**

**US-CL-CURRENT: 164/453**

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To obtain a semiconductor laser which is controlled in a lateral mode with longitudinal multimode with excellent beam shape by forming the active region near a laser light outlet as a refractive index waveguide laser and the active region except that as a gain waveguide laser.

**CONSTITUTION:** An N-type Ga<SB>0.65</SB>Al<SB>0.35</SB>As clad layer 10, an undoped GaAs/Ga<SB>0.5</SB>Al<SB>0.5</SB>As superlattice laser active layer

11, a P-type  $\text{Ga}_{0.65}\text{Al}_{0.35}\text{As}$  clad layer 12 and a P-type GaAs cap layer 13 are sequentially crystalline grown by a molecular beam epitaxial method on a GaAs substrate (N-type) 9. Si ions are implanted to a region 14 with a mask 7, the mask 8 is opened to implant Si ions to a region 15. The region 15 acts as a hole blocking film, and a region 16 is annealed to eliminate superlattice, thereby providing a refractive index smaller than the superlattice.

**COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio**

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-61382

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)3月18日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 半導体レーザ

⑯ 特 願 昭60-199417

⑰ 出 願 昭60(1985)9月11日

⑱ 発 明 者 福 沢 董 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑲ 発 明 者 茅 根 直 樹 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑳ 発 明 者 中 塚 慎 一 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
㉑ 発 明 者 斉 藤 勝 利 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
㉓ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名  
最終頁に続く

## 明 細 書

発明の名称 半導体レーザ

## 特許請求の範囲

1. 超格子のレーザ活性層および／または超格子の光ガイド層を有する半導体レーザにおいて、上記超格子の少くともどちらか一方が、不純物をイオン打込又は、拡散により生じた超格子の不純物誘起混晶化された領域Aと、混晶化されなかつた領域Bとからなり、領域Bのレーザの共振器方向に対し直交する方向の幅 $d(x)$ が一様でなく、レーザの励起領域のストライプ幅の平均値が、上記 $d(x)$ の幅の平均値より小さく、レーザの導波機構が、利得導波による領域と、屈折率導波による領域の両方に依存し、かつ、主たるレーザ光の出射端面近傍が、屈折率導波型となつてゐることを特徴とする半導体レーザ。
2. 上記領域Bの少くとも一方のレーザ端面及びその近傍における幅 $d_{\parallel}$ が、レーザの横基本モードを与える幅で、それ以外の領域における幅 $d_{\perp}(x)$ が、レーザの共振器方向に対し、連続的

又は、階段状に大きくなつてゐることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の半導体レーザ。

3. 上記レーザの活性層を流れる電流の径路の幅 $d_{\parallel}(x)$ が、上記領域Bの幅の広い領域の幅 $d_{\parallel}(x)$ に対し、充分狭く、レーザ発振が、利得ガイド型による縦多モード発振をすることを特徴とする特許請求の範囲第1もしくは2項に記載の半導体レーザ。
4. 上記超格子の不純物誘起混晶化を生じさせたイオンと同種のイオンを、打込電圧をかえるか、又は、マスクを通して打込むことにより、イオンの到達深さを変えることで、不純物がレーザ活性層および／または光ガイド層に到達しないで、かつ、上記レーザ活性層に流れる電流の幅 $d_{\parallel}(x)$ を制御することを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の半導体レーザ。
5. 上記超格子の不純物誘起混晶化が、イオンの打込電圧500keVから6MeVの高エネルギー・イオン打込と、アニールにより形成された

ことを特徴とする特許請求の範囲第1～4項のいずれかに記載の半導体レーザ。

#### 発明の詳細な説明

##### 〔発明の利用分野〕

本発明は、横モードの制御された半導体レーザに関する。

##### 〔発明の背景〕

超格子レーザ活性層に、不純物イオンを拡散して、超格子を混晶化し、バンド・ギャップを増加させ、屈折率を下げることにより、埋込みヘテロ構造を持つ半導体レーザを作製する方法が、福沢他アプライド・フィジックス・レター、第45巻第1頁、1984年(Fukuzawa et al., April, Phys. Lett. 45, 1 (1984))に述べられている。この方法は、半導体レーザのための結晶成長が1回でよいため、大量生産に適した方法であるが、レーザ共振器の全領域にわたり、横単一モードを与える屈折率導波型の埋込ヘテロ構造であるため、縦モードは、単一モードとなり、コンパクト・ディスク用半導体レーザ等、反射戻り光

横モード制御の方法をレーザの端面近傍にのみ適用し、それ以外の領域は、電流狭押法による利得導波型レーザとする。上記目的のために、不純物イオンを高エネルギーで打込み、超格子レーザ活性層まで到達させる。GaAlAsにSiイオンを1MeVと3MeVで打込んだ場合の結晶中のイオン濃度の分布形状(5)、(6)を第2図に示す。

通常のレーザの活性層からキャップ層までの厚さは、1.5～2μmであるから、3MeVの打込みエネルギーで、充分活性層まで、Siを到達させることができる。又、加速電圧が高いため、結晶の表面側の打込みイオン濃度は低下するため、打込みイオン層をp-n-p又はn-p-n等の電流阻止層とすることも可能である。

打込み後800℃で2時間アニールすることにより、Siイオンの濃度が $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 以上の領域では、GaAs/GaAlAs超格子間のⅢ族原子どうしが相互拡散し、超格子が消滅する。これが超格子の不純物誘起混晶化である。

超格子レーザ活性層にイオンを打込むマスクと

雑音が小さいことを要求される用途には適さない。

又、プロトン打込により、電流狭押を行う方式の縦多モードレーザが、T. Mamine等により、J. Appl. Phys. 54, 4302 (1983)報告されているが、利得ガイド型レーザであるため、レーザの非点収差が大きく、微少スポットに絞り込むためには、円柱レンズ等の補助レンズを用いなければならない。

##### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、超格子の不純物誘起無秩序化(混晶化)を用いて、縦多モードで、かつ、横モードが制御され、ビーム形状の優れた半導体レーザを得ることにある。

##### 〔発明の概要〕

この様な本願発明者は上記の目的の半導体レーザを得るには、第1図に示す様に、レーザ光1の出口付近のレーザ活性領域2、4を屈折率導波型レーザとし、それ以外のレーザ活性領域3を利得導波型レーザとすればよいと判断した。

本発明は、超格子の不純物誘起混晶化を用いた

して、ストライプ幅が、レーザの共振器方向に対し、一様でないものを用いる。第3図は、実施例1に用いたもので、図中で7のハッチ領域が、イオンが打込まれない領域である。ストライプの両端における幅 $d_A$ は1～3μmで、中央部の広い領域の幅 $d_B$ である。第4図は、第3図で示したマスクを用いたイオン打込よりも低い加速電圧で打込む際に用いるマスクである。8で示した領域には、イオンが打込まれない。第3図のマスクを点線7で示し、両者の位置関係を明らかにした。

##### 〔発明の実施例〕

以下、実施例を図を用いて、説明する。

##### 実施例1

第3～6図を用いて説明する。

GaAs基板(n型)9上に、n-Ga<sub>0.98</sub>Al<sub>0.02</sub>Asクラッド層10、アンドープGaAs/Ga<sub>0.5</sub>Al<sub>0.5</sub>As超格子レーザ活性層11、p型Ga<sub>0.55</sub>Al<sub>0.45</sub>Asクラッド層12、p型GaAsキャップ層13を順次分子線エビタキシ法で結晶成長する。次いで、Ti300Å、W1μmを蒸着し、フォトリソグ

ラファイ法とそれにつづくドライエッチングにより、Wマスクをエッチングし、第3図のパターンを形成する。Siイオンを加速電圧2.8 MeV、ドーズ量 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ で打込む。次いで、パターン7の形状に残っていたWマスクをパターン8を用いて通常のフォトリソグラフィ法とドライエッチング法で再度エッチングし、ストライプ幅 $d_A$ のマスクとする。Siイオンを加速電圧1 MeVで打込む。この時の結晶内部について、第4図AとBで示した断面図を第5図、第6図に示す。図中で14は、2.8 MeVで打込まれたSiイオン、15は、1 MeVで打込まれたSiイオンである。

領域15は、正孔に対する阻止層として働くため、電流は、 $d_A$ 又は $d_B$ の幅で狭められる。第4図のマスクでは、 $d_A = d_B$ である。16で示した領域は、超格子11が、Siイオンを高濃度で含んでいるため、800℃で2時間アニールすることにより、超格子が消滅し、超格子よりも小さい屈折率を持つ。

従って、第5図に示した断面を持つレーザ活性

領域(第1図において2及び4)は、屈折率導波となる。一方、第6図に示した断面を有する領域(第1図の3)では、 $d_B$ を $10 \mu\text{m}$ 以上に選べば、利得導波型レーザとなつた。これらのことは、 $d_A = d_B$ であるストレート状のストライプで、ストライプ幅を変えた実験で確認した。

第3図に示したマスクを用いた素子で、 $d_A = d_B = 2 \mu\text{m}$ 、 $d_A = 3 \mu\text{m}$ 、 $d_B = 20 \mu\text{m}$ 、 $\angle_1 = \angle_2 = 50^\circ$ 、 $\angle_2 = 150^\circ$ とした素子のレーザ特性は、しきい値45 mAであつた。相対雑音強度(RIN: relative intensity noise)は、反射戻り光量が0.01~10%の範囲で $5 \times 10^{-4} \text{Hz}^{-1}$ 以下であり、反射戻り光に対し、強いレーザであることが示された。レーザの遠視野像は、単峰性で整っており、非点収差は、 $2 \mu\text{m}$ 以下であり、コンパクト・ディスク用レーザ光源として優れた特性を示した。レーザの縦モードは、多モードであり、パルセーションのため、個々のスペクトルが、完全に分離しておらず、当初の目的である、屈折率導波型と、利得導波型レ

ーザの利点を合せ持つていることがわかつた。

#### 実施例2

第4、7および8図を用いて説明する。

実施例1で用いた電流狭帯の方法は、1 MeVでSiを打ち込むことで行なつたが、ここでは、第4図に示したマスクを用いる際に、プロトンを打ち込み、高抵抗化することで電流狭帯を行なつた。

n-GaAs基板9上にn-Ga<sub>0.55</sub>Al<sub>0.45</sub>Asクラッド層10、アンドープGaAs/Ga<sub>0.5</sub>Al<sub>0.5</sub>As超格子レーザ活性層11、p-Ga<sub>0.55</sub>Al<sub>0.45</sub>Asクラッド層12、p-GaAsキャップ層12をMOCVD法で成長後、Mo/Auをそれぞれ厚さ $0.15 \mu\text{m}$ 、 $1.2 \mu\text{m}$ 蒸着し、第3図に示したパターンを形成する。これをマスク17として、Fイオンを加速電圧1 MeV、ドーズ量 $2 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ で打ち込む(領域14)。850℃で1時間アニールして、活性層の超格子11を消滅させる。しかる後、ストライプ状のマスクパターン(第4図)を用いて、8の形状にMo/Auマスクをエッチ

ングし、プロトンを120 keVで打ち込む。(領域18)この時のAにおける断面を第7図に、Bにおける断面を第8図に示す。実施例1で述べたごとく、第7図の領域では、屈折率導波型、第8図の領域では、利得導波型となり、非点収差の小さい縦多モード・レーザが得られた。

#### 実施例3

第9~11図を用いて説明する。

1回のイオン打込とアニール過程で、所望の構造が得られる様に、打ち込み用マスクを作製した。第9図において、レーザ用エビタキシ構造を含む結晶を20で表わす。厚さ $1.8 \mu\text{m}$ のWを蒸着後、幅 $2 \mu\text{m}$ のストライプ状にWを加工する21。しかるのち、厚さ $3 \mu\text{m}$ のポリイミド系樹脂を全面に塗布後、Auを $0.3 \mu\text{m}$ 蒸着し、第1図の2と4の領域に相当する部分の樹脂とAuを除去し、マスク22を作る。

このマスクを用いて、Siイオンを2.5 MeVで打ち込み、マスクをすべて除去した後、800℃で2時間アニールする。第10図は、Aにおけ

るレーザ構造の断面、第11図は、Bにおける断面である。

図において23は、 $n$ -GaAs基板、24は、 $n$ -Ga<sub>0.95</sub>Al<sub>0.05</sub>Asクラッド層、25は、 $n$ 型の超格子光ガイド層、26は、アンドープ超格子レーザ活性層、27は、 $p$ -Ga<sub>0.95</sub>Al<sub>0.05</sub>Asクラッド層、28は、 $p$ -GaAsキャップ層である。

Auのマスク22がない領域では、Siイオンは、レーザ活性層26と、光ガイド層25まで到達し、アニール処理により、31以外の領域の超格子が消滅し、埋込ヘテロ型屈折率ガイド型レーザとなる。22が存在する領域では、Siは、レーザ活性層26まで到達せず、領域27のみ正孔を流す。電流狭域領域30となる。レーザ活性領域32は、従つて、利得導波型となる。

この様に、1回の打込みプロセスで、本発明の目的である第1図のレーザが得られた。

〔発明の効果〕

本発明によれば、一つのレーザ・ダイオードで、屈折率導波型レーザと、利得導波型縦多モードレ

ーザの長所を合せ持つことが可能であることが明らかとなり、非点収差の少ない、良質のビーム特性を持ち、かつ、反射戻り光による雑音の発生が小さいレーザが得られた。

本方法によれば、1回成長と、イオン打込という大量生産に適した再現性の良いプロセスを用いて、安価に高性能のレーザ・ダイオードが作製できる効果がある。

図面の簡単な説明

第1図は、レーザの平面図、第2図は、イオン打込の不純物分布を示す図、第3図、第4図は、イオン打込用のマスクの平面図、第5図～8図は、レーザの断面図、第9図は、イオン打込用マスクを装着したレーザ用結晶の斜視図、第10、11図は、レーザの断面図である。

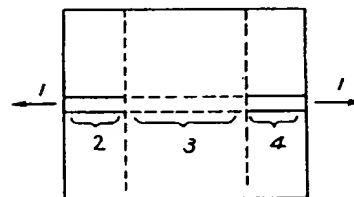
1…レーザ光、2、4…屈折率導波型レーザ活性領域、3…利得導波型レーザ活性層領域、5、6…不純物濃度分布、7、8…打込用金属マスクのパターン、9、23…基板、10、24… $n$ 型クラッド、11、26…超格子レーザ活性層、12、

27… $p$ 型クラッド、13、28… $p$ 型キャップ層、14…第1回目の打込による不純物、15…2回目の打込による不純物、16…消失した超格子、17…金属マスク、18…プロトン打込による高抵抗領域、19… $n$ 側電極、20…レーザ結晶、21…ストライプ状金属マスク、22…マスク、26…超格子光ガイド層、29、30…打ち込まれた不純物、31…残存した超格子。

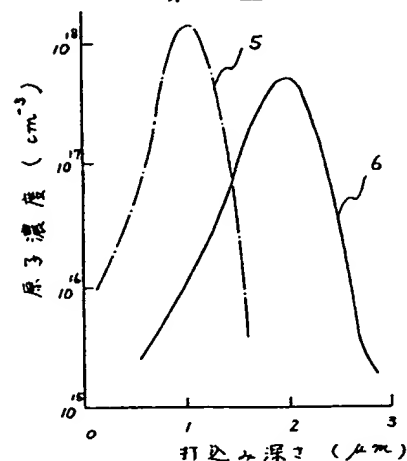
代理人 弁理士 小川勝男



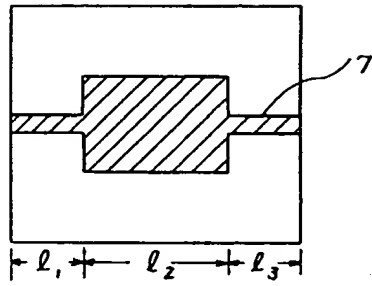
第1図



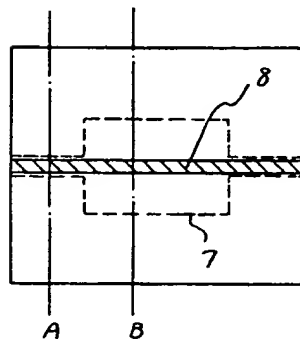
第2図



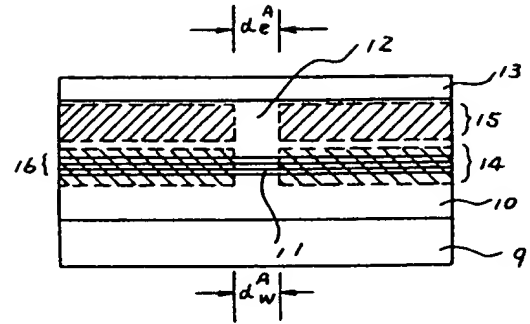
第 3 図



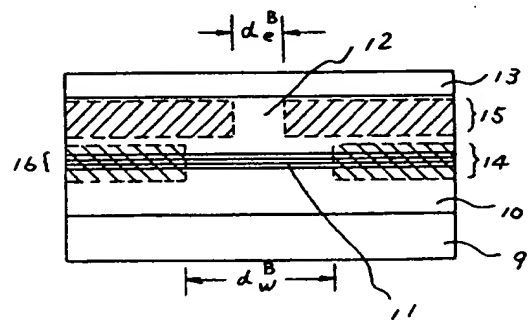
第 4 図



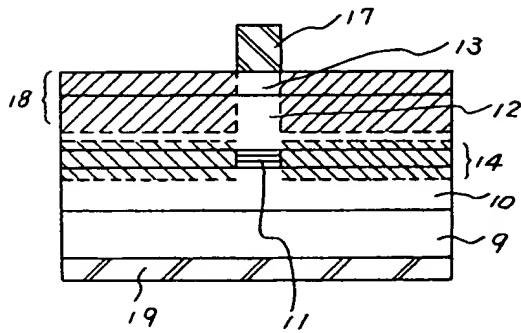
第 5 図



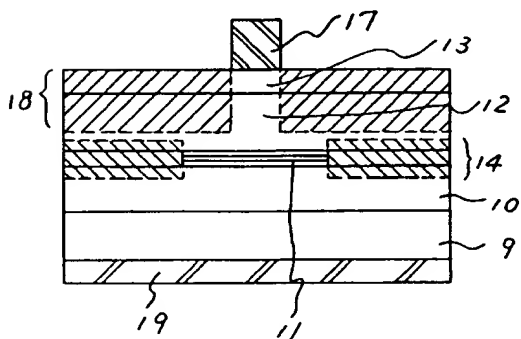
第 6 図



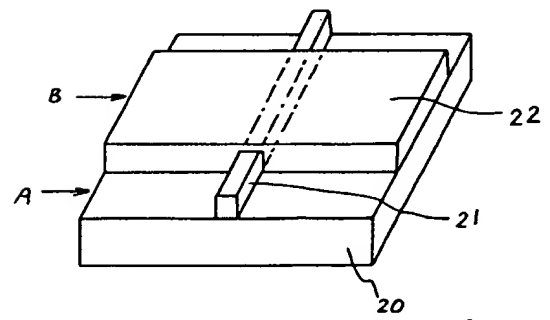
第 7 図



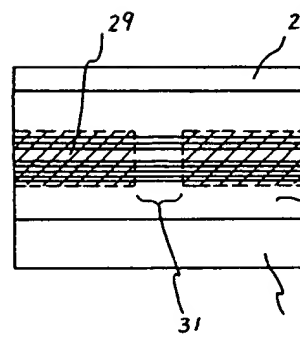
第 8 図



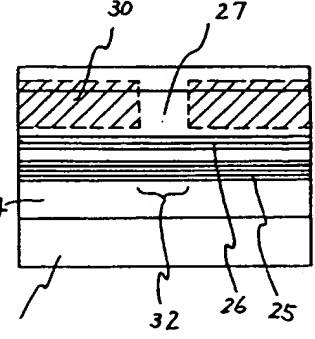
第 9 図



第 10 図



第 11 図



第1頁の続き

⑦発 明 者 梶 村

俊 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中  
央研究所内